

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-080956

(43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl.

C23C 4/12

B05D 1/02

B05D 1/08

C23C 4/02

C23C 4/18

(21)Application number : 2000-272233

(71)Applicant : DAIHEN CORP

NAKAGAWA MIYOSHI

(22)Date of filing : 07.09.2000

(72)Inventor : KOBAYASHI MITSUTOMO

MASUSHIRO KOJI

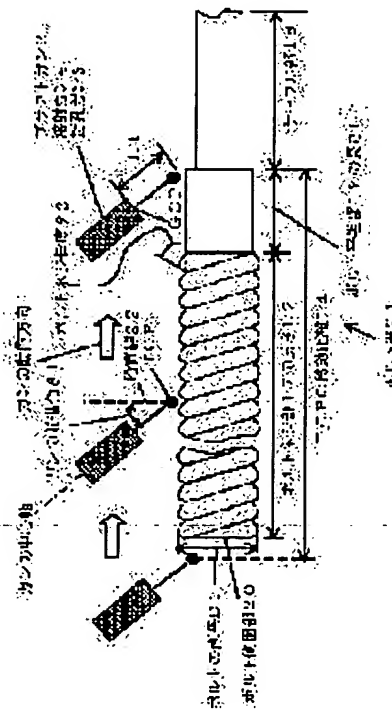
NAKAGAWA MIYOSHI

(54) THERMAL-SPRAYING METHOD FOR INCLINED THERMAL-SPRAYING SURFACE HAVING SHARPLY CHANGING THERMAL-SPRAYING SURFACE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a continuous thermal-spraying method for an inclined thermal-spraying surface having sharply changing thermal-spraying surface in a shape having the edge part or the corner part.

SOLUTION: In the thermal-spraying method for the inclined thermal-spraying surface having the sharply changing thermal-spraying surface, composed of a pre-process containing a blasting treatment for roughening the surface of the material to be thermal-sprayed, a thermal-spraying process for forming the thermal-sprayed film on the rough-surfaced material to be thermal-sprayed and a post-process containing a sealing treatment, such as the reinforcement of the thermal-sprayed film, the correction of finish dimensional precision, the shifting course of control points for performing the thermal-spraying treatment, is calculated with a robot control unit from signals of the shape condition on the sloping thermal-spraying surface. The signal of the sharply changing angle on the thermal-spraying surface, is inputted, and the advancing angle, the retreating angle and the shifting speed of the thermal-spraying gun are decided corresponding to the shifting course to perform the thermal-spraying treatment with the articulated robot.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-80956

(P2002-80956A)

(43) 公開日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
C 2 3 C	4/12	C 2 3 C	4/12
B 0 5 D	1/02	B 0 5 D	1/02
	1/08		1/08
C 2 3 C	4/02	C 2 3 C	4/02
	4/18		4/18
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-272233(P2000-272233)

(22) 出願日 平成12年9月7日 (2000.9.7)

(71) 出願人 000000262
株式会社ダイヘン
大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
(71) 出願人 591083196
中川 御芳
大阪府吹田市春日1丁目1番21号
(72) 発明者 小林 充友
大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
株式会社ダイヘン内
(74) 代理人 100082957
弁理士 中井 宏

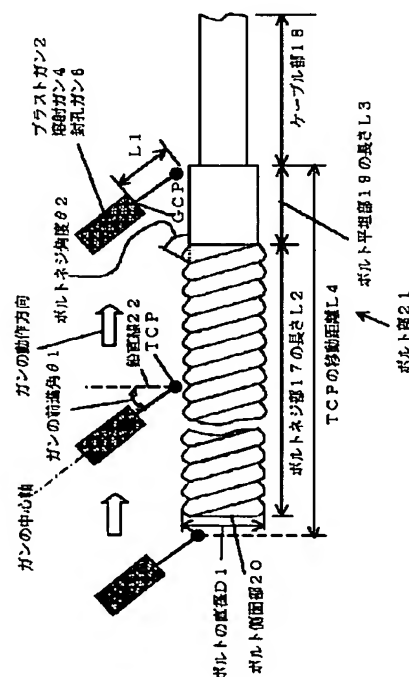
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法

(57) 【要約】

【課題】 エッジ又はコーナーを有する形状の急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の連続溶射方法に関するものである。

【解決手段】 被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程からなる急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法において、ロボット制御装置が傾斜溶射面の形状条件の信号から溶射処理を行う溶射ガンの制御点の移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化角度の信号を入力して、前記移動経路に対応させた溶射ガンの前進角及び後退角と溶射ガンの移動速度とを決定して、多関節ロボットが溶射処理を行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程からなる急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法において、ロボット制御装置が傾斜溶射面の形状条件の信号から溶射処理を行う溶射ガンの制御点の移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化角度の信号を入力して、前記移動経路に対応させた溶射ガンの前進角及び後退角と溶射ガンの移動速度とを決定して、多関節ロボットが溶射処理を行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法。

【請求項2】 被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程とからなる急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法において、ロボット制御装置が傾斜溶射面の形状条件の信号からブラスト処理及び溶射処理における各ガンの制御点の移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化角度の信号を入力して、前記移動経路に対応させた各ガンの前進角及び後退角と各ガンの移動速度とを決定して、多関節ロボットがブラスト処理及び溶射処理を行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法。

【請求項3】 被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程とからなる急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法において、ロボット制御装置が傾斜溶射面の形状条件の信号からブラスト処理、溶射処理及び封孔処理における各ガンの制御点の移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化角度の信号を入力して、前記移動経路に対応させた各ガンの前進角及び後退角と各ガンの移動速度を決定して、多関節ロボットがブラスト処理、溶射処理及び封孔処理を行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法。

【請求項4】 被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程とからなる急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法において、ロボット制御装置が傾斜溶射面の形状条件の信号からブラスト処理、溶射処理及び封孔処理における各ガンの制御点の移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化角度の信号を入力して、前記移動経路に対応させた各ガンの前進角及び後退角と各ガンの移動速度を決定して、3台の多関節ロボットがブラスト処理、溶射処理及び封孔処理をそれぞれ行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法。

【請求項5】 溶接条件設定装置から入力された傾斜溶

射面の形状条件の信号がロボット制御装置に入力されるロボット制御装置への傾斜溶射面形状条件入力ステップと、溶接条件設定装置から入力された溶射アーク制御条件の信号が溶射制御装置に入力される溶射制御装置への溶射アーク制御条件入力ステップと、ロボット制御装置が前記傾斜溶射面の形状条件の信号からブラスト処理、溶射処理及び封孔処理におけるガンの制御点の移動経路を演算するガンの制御点の移動経路演算ステップと、溶射面急激変化角度の信号を入力して、前記移動経路に対応させたガンの前進角及び後退角を決定するガンの前進角及び後退角の決定ステップと、溶射面急激変化角度の信号を入力して、前記移動経路に対応させたガンの移動速度を決定するガンの移動速度決定ステップと、ロボット制御装置が起動信号を入力してブラスト処理フローを行うブラスト処理ステップと、溶射処理フローを行う溶射処理ステップと、封孔処理フローを行う封孔処理ステップとから成る急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法。

【請求項6】 急激変化溶射面を有する傾斜溶射面が張橋用ケーブル端圧着ボルトの溶射面であって、傾斜溶射面の形状条件の信号がボルトの直径及びボルトネジ部の長さを含むボルト部形状条件の信号であり、溶射面急激変化角度の信号がボルトネジ角度の信号である請求項1又は請求項2又は請求項3又は請求項4又は請求項5に記載の急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法。

【請求項7】 請求項5に記載のブラスト処理ステップがマニピュレータの手首部をブラストガン保持位置に移動する手首部ブラストガン保持位置移動ステップと、ロボット制御装置がガン保持指令信号を出力してツールチェンジャがブラストガンを保持するブラストガン保持ステップと、ブラストガンのノズル先端をブラスト開始位置に移動させるブラストガン先端移動ステップと、ロボット制御装置がブラスト開始指令信号を出力してブラストガンを前進角で移動させて1回目のブラスト処理を行う1回目ブラスト処理ステップと、ブラストガンを後退角で移動させて2回目のブラスト処理を行う2回目ブラスト処理ステップと、ブラストガンのノズル先端がブラスト終了位置に達するブラストガン終了位置到達ステップと、ロボット制御装置がブラスト終了指令信号を出力してブラストガンがブラスト材を被溶射物に吹き付けを終了するブラスト材吹き付け終了ステップと、マニピュレータの手首部をブラストガン保持位置に移動する手首部ブラストガン保持位置移動ステップと、ロボット制御装置がガン開放指令信号を出力してツールチェンジャがブラストガンを開放するブラストガン開放ステップとから成る急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法。

【請求項8】 請求項5に記載の溶射処理ステップがマニピュレータの手首部を溶射ガン保持位置に移動する手

首部溶射ガン保持位置移動ステップと、ロボット制御装置がガン保持指令信号を出力してツールチェンジャが溶射ガンを保持する溶射ガン保持ステップと、溶射ガンの先端を溶射開始位置に移動させる溶射ガン先端移動ステップと、ロボット制御装置が溶射開始指令信号を出力して溶射ガンを前進角で移動させて1回目の溶射処理を行う1回目溶射処理ステップと、溶射ガンを後退角で移動させて2回目の溶射処理を行う2回目溶射処理ステップと、溶射ガンの先端が溶射終了位置に達する溶射ガン先端終了位置到達ステップと、ロボット制御装置が溶射終了指令信号を出力して溶射ガンが被溶射物への溶射を終了する溶射終了ステップと、マニピュレータの手首部を溶射ガン保持位置に移動する手首部溶射ガン保持位置移動ステップと、ロボット制御装置がガン開放指令信号を出力してツールチェンジャが溶射ガンを開放する溶射ガン開放ステップとから成る急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法。

【請求項9】 請求項5に記載の封孔処理ステップがマニピュレータの手首部を封孔ガン保持位置に移動する手首部封孔ガン保持位置移動ステップと、ロボット制御装置がガン保持指令信号を出力してツールチェンジャが封孔ガンを保持する封孔ガン保持ステップと、封孔ガンの先端を封孔開始位置に移動させる封孔ガン先端移動ステップと、ロボット制御装置が封孔開始指令信号を出力して封孔ガンを前進角で移動させて1回目の封孔処理を行う1回目封孔処理ステップと、封孔ガンを後退角で移動させて2回目の封孔処理を行う2回目封孔処理ステップと、封孔ガンの先端が封孔終了位置に達する封孔ガン先端封孔終了位置到達ステップと、ロボット制御装置が封孔終了指令信号を出力して封孔ガンが被溶射物に封孔処理を終了する封孔処理終了ステップと、マニピュレータの手首部を封孔ガン保持位置に移動する手首部封孔ガン保持位置移動ステップと、ロボット制御装置がガン開放指令信号を出力してツールチェンジャが封孔ガンを開放する封孔ガン開放ステップとから成る急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、溶射面を溶射ピッチごとに円滑に回転させて、ボルト部の円周面を下向にして作業性の良い姿勢で溶射することができない張橋用ケーブル端圧着ボルト、溶射面をポジショナーを使用して円滑に位置制御して下向の作業性の良い姿勢で溶射することができない被溶射物等の傾斜溶射面であって、エッジ又はコーナーを有する形状の急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の連続溶射方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 張橋用ケーブルは、斜張橋、アーチ橋、吊床版橋、PC橋梁、PC橋脚等のコンクリート橋、斜張橋、アーチ橋等の鋼橋、コンクリート橋・鋼橋橋桁等

の構造補強、落下防止装置等の多種の用途に使用されている。この張橋用ケーブルは、防錆ケーブルの端部にスリーブを圧着した後でネジ切り加工をしている。この圧着は、張架した重量のあるケーブルがスリーブから離脱しないようにするために、スリーブの円周面を強圧で握持してケーブルを押圧してケーブルの端部にスリーブを圧着する。その後で、スリーブの円周面にネジ切り加工をする。ケーブルは既に防錆処理がされているのに、ネジ切り加工をしたスリーブ（以下、ボルト部という）は未だ防錆処理がされていないので、設置後に錆、腐食等が生じるために、適切な防食処理をする必要がある。

【0003】 このボルト部の防食処理として、従来、塗料を塗布する処理が簡単で安価であるので、一般に普及している。しかし、このボルト部を塗装すると、ネジの谷部に塗料が堆積し、逆に山部に塗布されないために、塗装では防食性能が低く耐用年数が短く、補修を必要とした。また、このボルト部の防食処理として、溶融亜鉛メッキする処理が安価で防食性能が良いので広く施工されている。しかし、溶融亜鉛メッキを施工するために、ケーブルを圧着したボルト部をメッキ槽に入れなければならないために作業性が低く、また、均一な十分な厚さのメッキの皮膜を施すことが困難である。

【0004】 そこで、このボルト部の防食処理として、防食性能が著しく優れた亜鉛、アルミ等の単体又は複合材からなる2本の線材を使用する消耗電極式アーク溶射方法が一部実用化されている。この消耗電極式アーク溶射方法は、溶射面が下向に位置した作業性の良い向きであれば、溶射ガンを手で持って移動させる手作業であっても、塗装、溶融亜鉛メッキ等の防食処理と比較して、防食効果を維持することができる期間が長く、補修を軽減し又は不要とする利点を有している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このアーク溶射は、ボルト部の円周面が下向に位置した作業性の良い姿勢であれば、溶射ガンを手で持って移動させる手作業でも、均一で十分な厚さの溶射皮膜を形成することができる。しかし、重量のある張橋用ケーブルを圧着したボルト部は、ボルト部の円周面を溶射ピッチごとに円滑に回転させて、ボルト部の円周面が下向に位置した作業性の良い姿勢で溶射することができない。以下の説明では、重量のあるケーブルを圧着したボルト部の円周面を、溶射ピッチごとに円滑に回転させて下向にした作業性の良い姿勢で溶射することができないような溶射面を傾斜溶射面という。防食性能が著しく優れたアーク溶射であっても、ボルト部の円周面が下向に位置した作業性の良い姿勢で溶射することができない場合には、アーク溶射の高度技術を習得した熟練作業者であっても、手作業では、ネジの谷部の膜厚が厚く山部の膜厚が薄くなり、均一で十分な厚さの溶射皮膜を形成することができない。

【0006】 さらに、エッジ又はコーナーを有する形状

の被溶射物の表面（以下、急激変化溶射面という）を、溶射面をポジショナーによって円滑に位置制御して下向の作業性の良い姿勢で溶射することができない場合には、アーク溶射の高度技術を習得した熟練作業者であっても、手作業では、急激変化溶射面を有する被溶射物の表面を均一な膜厚にする緻密な作業を長時間行うことは不可能であった。

【0007】

【課題を解決するための手段】出願時の請求項1に記載の発明は、図4及び図5又は図6及び図7又は図8及び図9に示すように、被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程からなる急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法において、ロボット制御装置7が傾斜溶射面の形状条件の信号から溶射処理を行う溶射ガンの制御点TCPの移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化角度の信号を入力して、上記移動経路に対応させた溶射ガンの前進角 θ_1 及び後退角 θ_3 と溶射ガン4の移動速度とを決定して、多関節ロボットが溶射処理を行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。

【0008】出願時の請求項2に記載の発明は、出願時の請求項1に記載の溶射処理に加えてブラスト処理も多関節ロボットに行わせる溶射加工方法であって、図4及び図5又は図6及び図7又は図8及び図9に示すように、被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程とからなる急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法において、ロボット制御装置7が傾斜溶射面の形状条件の信号からブラスト処理及び溶射処理における各ガンの制御点TCPの移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化角度の信号を入力して、上記移動経路に対応させた各ガンの前進角 θ_1 と後退角 θ_3 と各ガンの移動速度とを決定して、多関節ロボットがブラスト処理及び溶射処理を行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。

【0009】出願時の請求項3に記載の発明は、出願時の請求項1に記載の溶射処理に加えてブラスト処理及び封孔処理も多関節ロボットに行わせる溶射加工方法であって、図4及び図5又は図6及び図7又は図8及び図9に示すように、被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程とからなる急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法において、ロボット制御装置7が傾斜溶射面の形状条件の信号からブラスト処理、溶射処理及び封孔処理における各ガンの制御点TCPの移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化

角度の信号を入力して、上記移動経路に対応させた各ガンの前進角 θ_1 と後退角 θ_3 と各ガンの移動速度を決定して、多関節ロボットがブラスト処理、溶射処理及び封孔処理を行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。

【0010】出願時の請求項4に記載の発明は、3台の多関節ロボットがブラスト処理、溶射処理及び封孔処理をそれぞれ行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法であって、被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程とからなる急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法において、ロボット制御装置7が傾斜溶射面の形状条件の信号からブラスト処理、溶射処理及び封孔処理における各ガンの制御点TCPの移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化角度の信号を入力して、上記移動経路に対応させた各ガンの前進角 θ_1 と後退角 θ_3 と各ガンの移動速度を決定して、3台の多関節ロボットがブラスト処理、溶射処理及び封孔処理をそれぞれ行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。

【0011】出願時の請求項5に記載の発明は、出願時の請求項3又は請求項4に記載の発明を具体化した溶射加工方法であって、図15乃至図17に示すように、溶接条件設定装置9から入力された傾斜溶射面の形状条件の信号がロボット制御装置7に入力される「ロボット制御装置への傾斜溶射面形状条件入力ステップ」（ステップ4）と、溶接条件設定装置9から入力された溶射アーク制御条件の信号が溶射制御装置3に入力される「溶射制御装置への溶射アーク制御条件入力ステップ」（ステップ5）と、ロボット制御装置7が上記傾斜溶射面の形状条件の信号からブラスト処理、溶射処理及び封孔処理におけるガンの制御点TCPの移動経路を演算する「ガンの制御点の移動経路演算ステップ」（ステップ6）と、溶射面急激変化角度の信号を入力して、上記移動経路に対応させたガンの前進角 θ_1 及び後退角 θ_3 を決定する「ガンの前進角及び後退角の決定ステップ」（ステップ7）と、溶射面急激変化角度の信号を入力して、上記移動経路に対応させたガンの移動速度を決定する「ガンの移動速度決定ステップ」（ステップ8）と、ロボット制御装置7が起動信号を入力してブラスト処理フローを行う「ブラスト処理ステップ」（ステップL）と、溶射処理フローを行う「溶射処理ステップ」（ステップM）と、封孔処理フローを行う「封孔処理ステップ」（ステップN）とから成る急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。

【0012】出願時の請求項6に記載の発明は、急激変化溶射面を有する傾斜溶射面が張橋用ケーブル端圧着ボルトの溶射面であって、傾斜溶射面の形状条件の信号がボルトの直径D1及びボルトネジ部17の長さL2を含

むボルト部形状条件の信号であり、溶射面急激変化角度の信号がボルトネジ角度 θ_2 の信号である出願時の請求項1又は請求項2又は請求項3又は請求項4又は請求項5に記載の急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。

【0013】出願時の請求項7に記載の発明は、出願時の請求項5に記載のブラスト処理を図18乃至図20に示すように、具体化した溶射加工方法であって、出願時の請求項5に記載のブラスト処理ステップ（ステップL）がマニピュレータ12の手首部12aをブラストガン保持位置に移動する「手首部ブラストガン保持位置移動ステップ」（ステップL1）と、ロボット制御装置7がガン保持指令信号S1を出力してツールチェンジャ13がブラストガン2を保持する「ブラストガン保持ステップ」（ステップL5）と、ブラストガン2のノズル先端をブラスト開始位置に移動させる「ブラストガン先端移動ステップ」（ステップL6）と、ロボット制御装置7がブラスト開始指令信号S7を出力してブラストガン2を前進角 θ_1 で移動させて1回目のブラスト処理を行う「1回目ブラスト処理ステップ」（ステップL10）と、ブラストガン2を後退角 θ_3 で移動させて2回目のブラスト処理を行う「2回目ブラスト処理ステップ」（ステップL11）と、ブラストガン2のノズル先端がブラスト終了位置に達する「ブラストガン終了位置到達ステップ」（ステップL12）と、ロボット制御装置7がブラスト終了指令信号S10を出力してブラストガン2がブラスト材を被溶射物14に吹き付けを終了する「ブラスト材吹き付け終了ステップ」（ステップL16）と、マニピュレータ12の手首部12aをブラストガン保持位置に移動する「手首部ブラストガン保持位置移動ステップ」（ステップL17）と、ロボット制御装置7がガン開放指令信号S4を出力してツールチェンジャ13がブラストガン2を開放する「ブラストガン開放ステップ」（ステップL21）とから成る急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。

【0014】出願時の請求項8に記載の発明は、出願時の請求項5に記載の溶射処理を図21乃至図23に示すように、具体化した溶射加工方法であって、出願時の請求項5に記載の溶射処理ステップ（ステップM）がマニピュレータ12の手首部12aを溶射ガン保持位置に移動する「手首部溶射ガン保持位置移動ステップ」（ステップM1）と、ロボット制御装置7がガン保持指令信号S1を出力してツールチェンジャ13が溶射ガン4を保持する「溶射ガン4保持ステップ」（ステップM5）と、溶射ガン4の先端を溶射開始位置に移動させる「溶射ガン先端移動ステップ」（ステップM6）と、ロボット制御装置7が溶射開始指令信号S13を出力して溶射ガン4を前進角 θ_1 で移動させて1回目の溶射処理を行う「1回目溶射処理ステップ」（ステップM10）と、溶射ガン4を後退角 θ_3 で移動させて2回目の溶射処理

を行う「2回目溶射処理ステップ」（ステップM11）と、溶射ガン4の先端が溶射終了位置に達する「溶射ガン先端終了位置到達ステップ」（ステップM12）と、ロボット制御装置7が溶射終了指令信号S16を出力して溶射ガン4が被溶射物14への溶射を終了する「溶射終了ステップ」（ステップM16）と、マニピュレータ12の手首部12aを溶射ガン保持位置に移動する「手首部溶射ガン保持位置移動ステップ」（ステップM17）と、ロボット制御装置7がガン開放指令信号S4を出力してツールチェンジャ13が溶射ガン4を開放する「溶射ガン開放ステップ」（ステップM21）とから成る急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。

【0015】出願時の請求項9に記載の発明は、出願時の請求項5に記載の封孔処理を図24乃至図26に示すように、具体化した溶射加工方法であって、出願時の請求項5に記載の封孔処理ステップ（ステップN）がマニピュレータ12の手首部12aを封孔ガン保持位置に移動する「手首部封孔ガン保持位置移動ステップ」（ステップN1）と、ロボット制御装置7がガン保持指令信号S1を出力してツールチェンジャ13が封孔ガン6を保持する「封孔ガン保持ステップ」（ステップN5）と、封孔ガン6の先端を封孔開始位置に移動させる「封孔ガン先端移動ステップ」（ステップN6）と、ロボット制御装置7が封孔開始指令信号S19を出力して封孔ガン6を前進角 θ_1 で移動させて1回目の封孔処理を行う「1回目封孔処理ステップ」（ステップN10）と、封孔ガン6を後退角 θ_3 で移動させて2回目の封孔処理を行う「2回目封孔処理ステップ」（ステップN11）と、封孔ガン6の先端が封孔終了位置に達する「封孔ガン先端封孔終了位置到達ステップ」（ステップN12）と、ロボット制御装置7が封孔終了指令信号S22を出力して封孔ガン6が被溶射物14に封孔処理を終了する「封孔処理終了ステップ」（ステップN16）と、マニピュレータ12の手首部12aを封孔ガン保持位置に移動する「手首部封孔ガン保持位置移動ステップ」（ステップN17）と、ロボット制御装置7がガン開放指令信号S4を出力してツールチェンジャ13が封孔ガン6を開放する「封孔ガン開放ステップ」（ステップN21）とから成る急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態は、出願時の請求項6及び図4及び図5又は図6及び図7又は図8及び図9に示すように、出願時の請求項3に記載の発明の急激変化溶射面を有する傾斜溶射面が張橋用ケーブル端圧着ボルトの溶射面であって、ブラスト処理及び溶射処理及び封孔処理も多関節ロボットに行わせる溶射加工方法であって、傾斜溶射面の形状条件の信号がボルトの直径D1及びボルトネジ部17の長さL2を含むボルト部

の形状条件の信号であり、溶射面急激変化角度の信号がボルトネジ角度 $\theta 2$ の信号であるので、被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程とからなる溶射加工を被溶射物に対して施す溶射加工方法において、ロボット制御装置7がボルトの直径 $D1$ 及びボルトネジ部17の長さ $L2$ を含むボルト部の形状条件の信号からブラスト処理、溶射処理及び封孔処理における各ガンの制御点TCPの移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化角度の信号を入力して、上記移動経路に対応させた各ガンの前進角 $\theta 1$ と後退角 $\theta 3$ と各ガンの移動速度とを決定して、多関節ロボットがブラスト処理、溶射処理及び封孔処理を行う張橋用ケーブル端圧着ボルトの溶射加工方法である。

【0017】

【実施例】本発明は、出願時の請求項1に記載したように、被溶射物の表面を粗面化するブラスト処理を含む前工程と、粗面化した被溶射物に溶射皮膜を形成する溶射工程と、溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正等の封孔処理を含む後工程とからなる急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法において、ロボット制御装置7が傾斜溶射面の形状条件の信号から溶射処理を行う溶射ガンの制御点TCPの移動経路を演算すると共に、溶射面急激変化角度の信号を入力して、上記移動経路に対応させた溶射ガンの前進角 $\theta 1$ 及び後退角 $\theta 3$ と溶射ガンの移動速度とを決定して、多関節ロボットが溶射処理を行う急激変化溶射面を有する傾斜溶射面の溶射加工方法である。以下の実施例では、出願時の請求項6に記載したように、急激変化溶射面を有する傾斜溶射面が張橋用ケーブル端圧着ボルトの溶射面であって、傾斜溶射面の形状条件の信号がボルトの直径 $D1$ 及びボルトネジ部17の長さ $L2$ を含むボルト部の形状条件の信号であり、溶射面急激変化角度の信号がボルトネジ角度 $\theta 2$ の信号である場合について説明する。

【0018】図1は溶射ガンを握持する多関節ロボットの一般的な構成を示す図である。同図において、マニピュレータ12の手首部12aにはブラストガン2、溶射ガン4又は封孔ガン6（以下、総称してガンという）を保持するツールチェンジャ13が取り付けられている。16は溶射ガン4に供給されるワイヤが巻回されているワイヤリールである。7はマニピュレータ12を制御するロボット制御装置であり、24はマニピュレータ12のティーチングを行うためのティーチペンダントであり、25はマニピュレータ12の始動又は停止を行う操作ボックスである。11はツールチェンジャ制御装置であり、3は溶射制御装置であり、1はブラスト制御装置であり、5は封孔制御装置である。溶射ガンは、一般的に2本の消耗電極（ワイヤ）の間又は非消耗電極と被溶射物との間にアークを発生させる。消耗電極式アーク溶

射方法は、アーク熱によって生じた熔融部分を圧縮ガスのジェットによって微細化し、被溶射物に吹き付けて皮膜を形成する。また、溶射材料である2本のワイヤとして、アルミ、亜鉛、鉄、銅、ステンレス等の同種又は異種の金属を使用することができる。また、消耗電極式アーク溶射方法を用いる溶射ガンだけではなく2本の噴射ノズル間に発生させたガス炎の熱を利用するガス式溶射方法、2本の非消耗電極間にアークを発生させて、そのアーク熱を利用する非消耗電極式アーク溶射方法、アークを絞ってプラズマにしたプラズマ溶射方法等を使用する溶射ガンも使用できる。なお、2本のワイヤを送給する消耗電極式アーク溶射方法以外の溶射方法では、金属、プラスチック、セラミック等の各種材料の棒状、ワイヤ状、粉末等の溶加材を供給する。

【0019】溶射加工は前工程、溶射工程及び後工程に分けることができる。前工程は溶射を行う場合に、予め被溶射物の表面に対し溶射効果を高める処理をしたり、必要に応じてマスキングを行う処理であり、主に下記の処理がある。

- ①被溶射物の表面に付着している油、グリース等の油脂性の汚れ及び可溶性汚染物を除去して清浄にする脱脂。
- ②酸化物の除去。
- ③溶射加工を行わない箇所に布、耐熱テープ等で覆うマスキング。
- ④尖鋭な稜角を持つ粒形のグリットを圧縮空気流、遠心力等で被溶射物に吹き付けて、被溶射物の黒皮、酸化物等を除去すると同時に皮膜のより高い密着性を得るために被溶射物の表面に凹凸を付け粗面化するブラスト処理。上記の脱脂、酸化物の除去及びマスキングは必要がないときは省略する。

【0020】後工程は溶射皮膜の補強、仕上がり寸法精度の修正をすることを目的として溶射皮膜に施す処理であって、主に下記の処理がある。

- ①溶射皮膜の開口気孔に封孔材を浸透させ気孔を密閉し、溶射皮膜の特性を改善する封孔処理。
 - ②溶射表面を滑らかにし、寸法精度を高めるための機械仕上げ。
 - ③溶射皮膜を構成する成分元素と同じ元素を溶射皮膜から拡散浸透させて溶射皮膜の主として最外層を改質する加熱拡散処理。
- 上記の機械仕上げ及び加熱拡散処理は必要がないときは省略する。

【0021】前述した前工程、溶射工程及び後工程の内、本発明はブラスト処理、溶射処理及び封孔処理を多関節ロボットを用いて行う溶射加工方法である。

【0022】図2は本発明の溶射加工方法を説明するブロック図である。同図において、ブラスト制御装置1はブラストガン2が被溶射物14に吹き付けるブラスト材の流量を制御する。溶射制御装置3は溶射ガン4の溶射電圧、溶射電流、溶射風量及びワイヤ送給速度を制御す

る。封孔制御装置5は封孔ガン6が溶射皮膜の開口気孔に封孔材を浸透させる流量を制御する。後述するボルトの直径等のボルト部形状条件及び溶射電圧等の溶射アーク制御条件を溶射条件設定装置9に入力する。溶射条件設定装置9はボルト部形状条件の信号をロボット制御装置7に出力し、溶射アーク制御条件の信号を溶射制御装置3に出力する。ロボット制御装置7は、ブラスト処理、溶射処理及び封孔処理の開始又は終了の信号を信号入出力装置8を介してブラスト制御装置1、溶射制御装置3及び封孔制御装置5に出力する。また、ロボット制御装置7は入力されたボルト部形状条件に対応してマニピュレータ12を制御する。10はロボット制御装置7を起動及び停止をする起動装置である。11はツールチェンジャ制御装置であって、信号入出力装置8の出力信号を入力してマニピュレータ12の先端に装着されたツールチェンジャ13にブラストガン2、溶射ガン4又は封孔ガン6の何れかのガンの保持又は開放の信号を出力する。15は被溶射物14を固定する被溶射物固定装置である。

【0023】図3はロボット制御装置7からツールチェンジャ13、ブラストガン2、溶射ガン4及び封孔ガン6への信号の入出力を示す図である。同図において、ロボット制御装置7が信号入出力装置8にガン保持指令開始信号S1を出力すると、信号入出力装置8はツールチェンジャ制御装置11にガン保持制御信号S2を出力し、ツールチェンジャ制御装置11はツールチェンジャ13にガン保持信号S3を出力し、ブラストガン2、溶射ガン4又は封孔ガン6の保持を開始する。次にロボット制御装置7が信号入出力装置8にガン開放指令信号S4を出力すると、信号入出力装置8はツールチェンジャ制御装置11にガン開放制御信号S5を出力し、ツールチェンジャ制御装置11はツールチェンジャ13にガン開放信号S6を出力し、ブラストガン2、溶射ガン4又は封孔ガン6を開放する。

【0024】次にロボット制御装置7が信号入出力装置8にブラスト開始指令信号S7を出力すると、信号入出力装置8はブラスト制御装置1にブラスト開始制御信号S8を出力し、ブラスト制御装置1はブラストガン2にブラスト開始信号S9を出力し、被溶射物14のブラストを開始する。次にロボット制御装置7が信号入出力装置8にブラスト終了指令信号S10を出力すると、信号入出力装置8はブラスト制御装置1にブラスト終了制御信号S11を出力し、ブラスト制御装置1はブラストガン2にブラスト終了信号S12を出力し、被溶射物14のブラストを終了する。

【0025】次にロボット制御装置7が信号入出力装置8に溶射開始指令信号S13を出力すると、信号入出力装置8は溶射制御装置3に溶射開始制御信号S14を出力し、溶射制御装置3は溶射ガン4に溶射開始信号S15を出力し、被溶射物14の溶射を開始する。次にロボ

ット制御装置7が信号入出力装置8に溶射終了指令信号S16を出力すると、信号入出力装置8は溶射制御装置3に溶射終了制御信号S17を出力し、溶射制御装置3は溶射ガン4に溶射終了信号S18を出力し、被溶射物14の溶射を終了する。

【0026】次にロボット制御装置7が信号入出力装置8に封孔開始指令信号S19を出力すると、信号入出力装置8は封孔制御装置5に封孔開始制御信号S20を出力し、封孔制御装置5は封孔ガン6に封孔開始信号S21を出力し、被溶射物14の封孔を開始する。次にロボット制御装置7が信号入出力装置8に封孔終了指令信号S22を出力すると、信号入出力装置8は封孔制御装置5に封孔終了制御信号S23を出力し、封孔制御装置5は封孔ガン6に封孔終了信号S24を出力し、被溶射物14の封孔を終了する。

【0027】図4は本発明の溶射方法に使用するガンを前進角 θ_1 で移動させて、ボルトネジ部17とボルト平坦部19とを溶射する方法を示す説明図である。同図において、ボルト部21を水平に配置して、そのボルト部21の鉛直線22から傾斜させたガンの中心軸の傾斜角度をガンの前進角 θ_1 とする。この前進角 θ_1 をボルトネジ部17のボルトネジ角度 θ_2 と一致するように設定する。例えば、ボルトネジ角度 θ_2 が60[度]のときは、ガンの前進角 θ_1 も60[度]である。また、ガンの中心軸上でのガンの先端位置GCPと溶射等の処理を適切に行うガンの仮想の制御位置を示すガンの制御点TCPとの距離L1は、ガンの溶射範囲の能力によって決定され、例えば200[mm]と設定される。ガンの制御点TCPの移動距離L4は、ボルトの直径をD1、ボルトネジ角度を θ_2 、ボルトネジ部17の長さをL2、ボルト平坦部19の長さをL3とすると、
$$L4 = (D1 / 2) \times \tan \theta_2 + L2 + L3$$
となる。ボルト側面部20を溶射しないときは、ガンの制御点TCPの移動距離L4は $L4 = L2 + L3$ となる。

【0028】図5は本発明の溶射方法に使用するガンを後退角 θ_3 で移動させて、ボルトネジ部17とボルト平坦部19とを溶射する方法を示す説明図である。同図において、ボルト部21を水平に配置して、そのボルトネジ部17の鉛直線22から傾斜させたガンの中心軸の傾斜角度をガンの後退角 θ_3 とする。この後退角 θ_3 をボルトネジ部17のボルトネジ角度 θ_2 となるように設定する。ガンの制御点TCPの移動距離L4は、図4に示したガンを前進角 θ_1 で移動させた場合と同様である。

【0029】図6は本発明の溶射方法に使用するガンを前進角 θ_1 で移動させて、ボルトネジ部17とボルト平坦部19の一部とを溶射する方法を示す説明図である。同図において、図4で前述したとおり、ガンの前進角 θ_1 をボルトネジ部17のボルトネジ角度 θ_2 となるように設定する。ガンの制御点TCPの移動距離L6は、ボ

ルトの直径を $D1$ 、ボルトネジ角度を $\theta 2$ 、ボルトネジ部17の長さを $L2$ 、ボルト平坦部19の溶射部の長さを $L5$ とすると、

$$L6 = (D1/2) \times \tan \theta 2 + L2 + L5$$

となる。ボルト側面部20を溶射しないときは、ガンの制御点TCPの移動距離 $L6$ は $L6 = L2 + L5$ となる。

【0030】図7は本発明の溶射方法に使用するガンを後退角 $\theta 3$ で移動させて、ボルトネジ部17とボルト平坦部19の一部とを溶射する方法を示す説明図である。同図において、図5で前述したとおり、ガンの後退角 $\theta 3$ をボルトネジ部17のボルトネジ角度 $\theta 2$ となるように設定する。ガンの制御点TCPの移動距離 $L6$ は、図6に示したガンを前進角 $\theta 1$ で移動させた場合と同様である。

【0031】図8は本発明の溶射方法に使用するガンを前進角 $\theta 1$ で移動させて、ボルト平坦部を有さないボルトを溶射する方法を示す説明図である。同図において、図4で前述したとおり、ガンの前進角 $\theta 1$ をボルトネジ部17のボルトネジ角度 $\theta 2$ となるように設定する。ガンの制御点TCPの移動距離 $L7$ は、ボルトの直径を $D1$ 、ボルトネジ角度を $\theta 2$ 、ボルトネジ部17の長さを $L2$ とすると、

$$L7 = (D1/2) \times \tan \theta 2 + L2$$

となる。ボルト側面部20を溶射しないときは、ガンの制御点TCPの移動距離 $L7$ は $L7 = L2$ で求められる。

【0032】図9は本発明の溶射方法に使用するガンを後退角 $\theta 3$ で移動させて、ボルト平坦部を有さないボルトを溶射する方法を示す説明図である。同図において、図5で前述したとおり、ガンの後退角 $\theta 3$ をボルトネジ部17のボルトネジ角度 $\theta 2$ となるように設定する。ガンの制御点TCPの移動距離 $L7$ は、図8に示したガンを前進角 $\theta 1$ で移動させた場合と同様である。

【0033】図10は本発明の溶射方法に使用するガンの制御点TCPの移動軌跡を説明する図である。ガンの制御点TCPを次の順序で移動させる。

- ①ボルトネジ部の一端A1点から他端B1点まで、例えば前進角 $\theta 1$ でボルト部21の軸方向に移動させる。
- ②B1点からB2点までボルト部21の円周に沿って予め定めたピッチだけ移動させる。
- ③B2点からA2点まで後退角 $\theta 1$ でボルト部21の軸方向に移動させる。
- ④A2点からA3点までボルト部21の円周に沿って移動させる。
- ⑤以下、これらの動作を繰り返して、通常は、略半周面の溶射加工を実施する。

この場合、例えばボルトネジ部17が1.2[m]、ケーブル部18が1[km]のように大きな形状のときは、ボルトネジ部17を回転させることが困難であるた

めに、上記のように、マニピュレータ12の姿勢を変えてガンを設定回転角度ずつ回転させる。このガンの制御点TCPの移動軌跡は、後述する図11乃至図14を用いて説明する方法によって決定される。

【0034】図11は本発明の溶射方法に使用するボルトの直径 $D1$ 、ボルトネジ角度 $\theta 2$ 及びボルトネジ部17の長さ $L2$ 又はその長さ $L2$ に溶射加工を追加する距離を加算したガンの制御点TCPの移動距離($L4$ 、 $L6$ 、 $L7$)を含むボルト部形状条件を教示する方法を説明する図である。同図において、A点とB点との間の距離がボルトネジ部17の長さ $L2$ であり、B点とD点との間の距離がボルトの直径 $D1$ である。このボルトネジ部17の長さ $L2$ に、前述した図4乃至図9で説明した溶射加工を追加する距離を加算した値が、ガンの制御点TCPの移動距離である。

【0035】図12はガンの中心軸をボルト部21の円周の接線に対し垂直にして、ガンの制御点TCPをB点からC点を経由してD点までボルト部21の円周を90[度]ずつ移動させて、ガンの制御点TCPの位置を教示する方法を説明する図である。

【0036】以上のボルト部形状条件を記憶した作業プログラムを実際に溶射を行う作業プログラムに変換する。溶射加工を行うときのボルト部21の円周端部で、ガンが円周方向に移動する1ピッチの角度(以下、分割度数という)を決定する。B点におけるガンの中心軸のボルト部21の基準線23に対する傾斜角度を $\theta 4$

[度] (図12では、傾斜角度 $\theta 4$ は零[度]なので記載されていない)とし、D点におけるガンの中心軸のボルト部21の基準線23に対する傾斜角度を $\theta 5$ [度]とする。ガンの溶射範囲の能力によって決定されるガンのボルト部21の円周方向の移動ピッチを t [mm]として、ボルトの直径を $D1$ [mm]とすると分割数 N は $N = (D1/2) \times \pi \div t$

で求められる。また、分割度数 R [度]は

$$R = (\theta 5 - \theta 4) \div N$$

で求められる。

【0037】ここで、現地に設置された後の建設構造物の保守のための防食加工をする場合に、ボルトネジ部17に固着したケーブル部18の長さが、1[km]もある場合があり、ボルトの溶射加工を行うためにボルトを回転させることができない。したがって、ガンの角度を分割度数 R [度]ずつ回転させて溶射加工を行う。

【0038】図13は図11に示したボルト部21の円周を平面に想定したときの図である。また、ガンのボルト部21の円周方向の移動ピッチ t [mm]を記載して実際に行う作業プログラムに直した場合は図14に示す。

【0039】図14はガンのボルト部21の円周方向の移動ピッチ t [mm]を記載して実際に行う作業プログラムに直す場合のガンの制御点TCPの移動軌跡を示す

図である。

【0040】上述したガンを前進角 $\theta 1$ 及び後退角 $\theta 3$ で移動させて、ボルトにネジ山の両傾斜面を各1回で計2回のブラスト処理、溶射処理及び封孔処理を行う結果、ボルトネジ山の両傾斜面を各1回のブラスト処理、溶射処理及び封孔処理を行うことになる。したがって、ボルト平坦部19では2回のブラスト処理、溶射処理及び封孔処理を行うことになる。また、ケーブル部18はマスキングを行うので、溶射加工は行われない。

【0041】図15乃至図17は本発明のボルト部の溶射加工方法を示すフローチャートである。図15のステップ1において、被溶射物固定装置15にボルトネジ部17とケーブル部18の一端を固定する。

【0042】ステップ2において、ケーブル部18には溶射加工を行わないので、ケーブル部18にマスキングを行う。また、ボルト平坦部19の溶射加工を行わない部分にもマスキングを行う。

【0043】ステップ3において、溶接条件設定装置9から次の溶射条件を入力する。溶射条件は、ボルトの直径 $D1$ 、ボルトネジ部17の長さ $L2$ 、ボルト平坦部19の溶射加工対象部の長さ $L5$ 、ボルトネジ角度 $\theta 2$ のボルト部形状条件と溶射電流値、溶射電圧値、溶射ガン4に供給されるワイヤの送給速度、溶射風量等の溶射アーク制御条件とである。

【0044】ステップ4において、溶接条件設定装置9から入力された溶射条件のうち、ボルト部形状条件の信号がロボット制御装置7に入力される。

【0045】ステップ5において、溶射条件設定装置9から入力された溶射条件のうち、溶射アーク制御条件の信号が溶射制御装置3に入力される。

【0046】図16に示すステップ6において、ロボット制御装置7がボルト部形状条件の信号からブラスト処理、溶射処理及び封孔処理におけるガンの制御点TCPの移動経路を演算する。このガンの制御点TCPの各移動経路を加算すると、図10又は図14に示すガンの制御点TCPの移動軌跡となる。

【0047】ステップ7において、ロボット制御装置7がボルトネジ角度 $\theta 2$ の信号を入力して、ガンの前進角 $\theta 1$ 及び後退角 $\theta 3$ を決定する。

【0048】ステップ8において、ロボット制御装置7がボルトネジ角度 $\theta 2$ の信号を入力してブラスト処理、溶射処理及び封孔処理を行うときのガンの移動速度を決定する。

【0049】ステップ9において、起動装置10をONすると起動装置10が起動信号をロボット制御装置7に入力する。

【0050】ステップLにおいて、ロボット制御装置7が起動信号を入力して図18乃至図20に示すブラスト処理フローを行う。

【0051】【ブラスト処理ステップ】図18乃至図2

0は本発明のブラスト処理フローを示す図である。図18に示すステップL1において、マニピュレータ12の手首部12aをブラストガン保持位置に移動する。

【0052】ステップL2において、図3に示すように、ロボット制御装置7がガン保持指令信号S1を信号入出力装置8に出力する。ステップL3において、信号入出力装置8がツールチェンジャ制御装置11にガン保持制御信号S2を出力する。ステップL4において、ツールチェンジャ制御装置11がツールチェンジャ13にガン保持信号S3を出力する。ステップL5において、ツールチェンジャ13がブラストガン2を保持する。

【0053】ステップL6において、ブラストガン2のノズル先端をブラスト開始位置に移動させる。

【0054】ステップL7において、ロボット制御装置7が信号入出力装置8にブラスト開始指令信号S7を出力する。図19に示すステップL8において、信号入出力装置8がブラスト制御装置1にブラスト開始制御信号S8を出力する。ステップL9において、ブラスト制御装置1がブラストガン2にブラスト開始信号S9を出力する。

【0055】ステップL10において、ブラストガン2を前進角 $\theta 1$ で移動させて1回目のブラスト処理を行う。

【0056】ステップL11において、ブラストガン2を後退角 $\theta 3$ で移動させて2回目のブラスト処理を行う。

【0057】ステップL12において、ブラストガン2のノズル先端がブラスト終了位置に達する。

【0058】ステップL13において、ロボット制御装置7が信号入出力装置8にブラスト終了指令信号S10を出力する。ステップL14において、信号入出力装置8がブラスト制御装置1にブラスト終了制御信号S11を出力する。ステップL15において、ブラスト制御装置1がブラストガン2にブラスト終了信号S12を出力する。

【0059】図20に示すステップL16において、ブラストガン2がブラスト材を被溶射物14に吹き付けを終了する。

【0060】ステップL17において、マニピュレータ12の手首部12aをブラストガン保持位置に移動する。

【0061】ステップL18において、ロボット制御装置7がガン開放指令信号S4を信号入出力装置8に出力する。

【0062】ステップL19において、信号入出力装置8がツールチェンジャ制御装置11にガン開放制御信号S5を出力する。ステップL20において、ツールチェンジャ制御装置11がツールチェンジャ13にガン開放信号S6を出力する。ステップL21において、ツールチェンジャ13がブラストガン2を開放する。

【0063】図16に示すステップMにおいて、図21乃至図23に示す溶射フローを開始する。

【0064】〔溶射処理ステップ〕図21乃至図23は本発明の溶射処理フローを示す図である。図21に示すステップM1において、マニピュレータ12の手首部12aを溶射ガン保持位置に移動する。

【0065】ステップM2において、ロボット制御装置7がガン保持指令信号S1を信号入出力装置8に出力する。ステップM3において、信号入出力装置8がツールチェンジャ制御装置11にガン保持制御信号S2を出力する。ステップM4において、ツールチェンジャ制御装置11がツールチェンジャ13にガン保持信号S3を出力する。ステップM5において、ツールチェンジャ13が溶射ガン4を保持する。

【0066】ステップM6において、溶射ガン4の先端を溶射開始位置に移動させる。

【0067】ステップM7において、ロボット制御装置7が信号入出力装置8に溶射開始指令信号S13を出力する。図22に示すステップM8において、信号入出力装置8が溶射制御装置3に溶射開始制御信号S14を出力する。ステップM9において、溶射制御装置3が溶射ガン4に溶射開始信号S15を出力する。

【0068】ステップM10において、溶射ガン4を前進角 $\theta 1$ で移動させて1回目の溶射処理を行う。

【0069】ステップM11において、溶射ガン4を後退角 $\theta 3$ で移動させて2回目の溶射処理を行う。

【0070】ステップM12において、溶射ガン4の先端が溶射終了位置に達する。

【0071】ステップM13において、ロボット制御装置7が信号入出力装置8に溶射終了指令信号S16を出力する。ステップM14において、信号入出力装置8が溶射制御装置3に溶射終了制御信号S17を出力する。ステップM15において、溶射制御装置3が溶射ガン4に溶射終了信号S18を出力する。

【0072】図23に示すステップM16において、溶射ガン4が被溶射物14への溶射を終了する。

【0073】ステップM17において、マニピュレータ12の手首部12aを溶射ガン保持位置に移動する。

【0074】ステップM18において、ロボット制御装置7がガン開放指令信号S4を信号入出力装置8に出力する。ステップM19において、信号入出力装置8がツールチェンジャ制御装置11にガン開放制御信号S5を出力する。ステップM20において、ツールチェンジャ制御装置11がツールチェンジャ13にガン開放信号S6を出力する。ステップM21において、ツールチェンジャ13が溶射ガン4を開放する。

【0075】図17に示すステップNにおいて、図24乃至図26に示す封孔処理フローを開始する。

【0076】〔封孔処理ステップ〕図24乃至図26は本発明の封孔処理フローを示す図である。図24に示す

ステップN1において、マニピュレータ12の手首部12aを封孔ガン保持位置に移動する。

【0077】ステップN2において、ロボット制御装置7がガン保持指令信号S1を信号入出力装置8に出力する。ステップN3において、信号入出力装置8がツールチェンジャ制御装置11にガン保持制御信号S2を出力する。ステップN4において、ツールチェンジャ制御装置11がツールチェンジャ13にガン保持信号S3を出力する。ステップN5において、ツールチェンジャ13が封孔ガン6を保持する。

【0078】ステップN6において、封孔ガン6の先端を封孔開始位置に移動させる。

【0079】ステップN7において、ロボット制御装置7が信号入出力装置8に封孔開始指令信号S19を出力する。図25に示すステップN8において、信号入出力装置8が封孔制御装置5に封孔開始制御信号S20を出力する。ステップN9において、封孔制御装置5が封孔ガン6に封孔開始信号S21を出力する。

【0080】ステップN10において、封孔ガン6を前進角 $\theta 1$ で移動させて1回目の封孔処理を行う。

【0081】ステップN11において、封孔ガン6を後退角 $\theta 3$ で移動させて2回目の封孔処理を行う。

【0082】ステップN12において、封孔ガン6の先端が封孔終了位置に達する。

【0083】ステップN13において、ロボット制御装置7が信号入出力装置8に封孔終了指令信号S22を出力する。ステップN14において、信号入出力装置8が封孔制御装置5に封孔終了制御信号S23を出力する。ステップN15において、封孔制御装置5が封孔ガン6に封孔終了信号S24を出力する。図26に示すステップN16において、封孔ガン6が被溶射物14に封孔処理を終了する。

【0084】ステップN17において、マニピュレータ12の手首部12aを封孔ガン保持位置に移動する。

【0085】ステップN18において、ロボット制御装置7がガン開放指令信号S4を信号入出力装置8に出力する。ステップN19において、信号入出力装置8がツールチェンジャ制御装置11にガン開放制御信号S5を出力する。ステップN20において、ツールチェンジャ制御装置11がツールチェンジャ13にガン開放信号S6を出力する。ステップN21において、ツールチェンジャ13が封孔ガン6を開放する。

【0086】次に本発明の溶射方法を実施する被溶射物及び処理工程の実施例をそれぞれ図27及び図28に示す。図27は本発明の実施例のボルト部21の形状を示す図であり、図28は各処理工程のブラスト処理、溶射処理及び封孔処理の条件を示す図である。図27に示すように、ボルトネジ部17の直径 $D1$ は100 [mm]、ボルトネジ角度 $\theta 2$ は60 [度]、ボルトネジ部17の長さ $L2$ は1200 [mm]、ボルト平坦部19

の長さL3は100 [mm]である。このボルト部21を図28に示す各処理工程の処理条件で溶射加工を行った結果、ボルト部21に均一な溶射皮膜を施すことができた。

【0087】以上の説明は1台のロボットを使用してブラスト処理、溶射処理及び封孔処理を行っているが、1台のロボットを使用する代わりに3台のロボットを使用して、ブラスト処理、溶射処理及び封孔処理のそれぞれの処理を専用の各1台のロボットにさせることによって、ガンを交換するステップを省略して製造工程を減らすこともできる。3台のロボットを使用する場合、起動装置10と溶射条件設定装置9の入力を3台について行わなければならないが、例えば信号入出力装置8を使用して3台のロボットの制御を連動させてもよい。

【0088】本発明の溶射方法は、ブラスト処理の各ステップ、溶射処理の各ステップ及び封孔処理の各ステップから成る場合を説明したが、ブラスト処理の各ステップ又は封孔処理の各ステップの何れか又は両方をロボットが行う代わりに手作業で行ってもよい。

【0089】前工程において、ブラスト処理の代わりに、塗装ガンを使用してエポキシ系又は水系の粗面形成剤の塗布を行うことによって、高品質の前処理を行うこともできる。

【0090】また、マニピュレータ12に赤外線センサやX線等のカメラを搭載することによってブラスト処理又は溶射処理における皮膜検査をロボットで行うことができる。

【0091】さらに、本発明の溶射加工方法は、多関節ロボットを使用して、傾斜溶射面の形状条件の信号から溶射処理を行う溶射ガンの制御点TCPの移動経路を演算して、この演算した移動経路の複数又は全部を連続して溶射することができる。傾斜溶射面が横向から上向となり、作業性、品質等が低下するようなときは、複数の移動経路の作業を終了した時点で、被溶射面を回転させたり、ポジショナーによって位置制御して断続的に下向に近い方向にすることもできる。

【0092】以上の実施例の説明では、ボルト部の円周面を溶射ピッチごとに円滑に回転させて、ボルト部の円周面を下向にした作業性の良い姿勢で溶射することができない重量のあるケーブルを圧着したボルト部であっても、多関節ロボットを使用して、ボルト部の円周面の溶射面が位置する傾斜面の変化に対して、溶射ガンの姿勢を精度良く追従させる溶射加工方法について説明したが、エッジ又はコーナーを有する急激変化溶射面をポジショナーによって円滑に位置制御して下向にした作業性の良い姿勢で溶射することができない被溶射物であっても、多関節ロボットを使用して、溶射面が位置している傾斜面の変化に対して、溶射ガンの姿勢を精度良く追従させる溶射加工方法にも適用することができる。

【0093】

【発明の効果】前述したように、従来技術では、重量のあるケーブルを圧着したボルト部の円周面を下向に位置させた作業性の良い姿勢で溶射することができない傾斜溶射面を溶射する場合には、アーク溶射の高度技術を習得した熟練作業者であっても、溶射ガンを手で持って移動させる手作業では、ネジの谷部の膜厚が厚く山部の膜厚が薄くなり、エッジ又はコーナーを有する急激変化溶射面を均一で十分な厚さの溶射皮膜を形成することができなかった。

【0094】本発明の溶射加工方法は、重量のあるケーブルを圧着したボルト部の円周面を、溶射ピッチごとに円滑に回転させて下向にした作業性の良い姿勢で溶射することができない傾斜溶射面であっても、多関節ロボットを使用して、ボルト部の円周面の溶射面が位置する傾斜面の変化に対して、溶射ガンの姿勢を精度良く追従させることができるので、再現性が高くばらつきのない均一で十分な厚さの溶射皮膜を形成することができる。また、アーク溶射の高度技術を習得した熟練作業者でなくとも、ロボットオペレータが一人いれば、良質の溶射加工を大量にすることができるので、溶射製品の溶射品質の安定化を図ると共に、製造コストも低減することができる。

【0095】特に、ネジの谷部及び山部のように、急激に変化する溶射面を下向に位置させた作業性の良い姿勢で溶射することができない傾斜溶射面を溶射する場合でも、多関節ロボットを使用して、ボルトネジ部の形状条件に対応して決定されたガンの制御点TCPの移動経路に従って、溶射ガンの姿勢を精度良く追従させることができるので、ボルトネジ部の急激に変化する溶射面に均一な膜厚を形成することができる。

【0096】本発明の溶射加工方法は、エッジ又はコーナーを有する急激変化溶射面をポジショナーによって円滑に位置制御して下向にした作業性の良い姿勢で溶射することができない傾斜溶射面を溶射する場合であっても、多関節ロボットを使用して、傾斜溶射面の変化に対して、溶射ガンの姿勢を精度良く追従させることができるので、再現性の高いばらつきのない均一で十分な厚さの溶射皮膜を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】溶射ガンを有する多関節ロボットの一般的な構成を示す図である

【図2】本発明の溶射加工方法を説明するブロック図である。

【図3】ロボット制御装置7からツールチェンジャ13、ブラストガン2、溶射ガン4及び封孔ガン6への信号の入出力を示す図である。

【図4】本発明の溶射方法に使用するガンを前進角 θ_1 で移動させて、ボルトネジ部17とボルト平坦部19とを溶射する方法を示す説明図である。

【図5】本発明の溶射方法に使用するガンを後退角 θ_3

で移動させて、ボルトネジ部 17 とボルト平坦部 19 とを溶射する方法を示す説明図である。

【図 6】本発明の溶射方法に使用するガンを前進角 $\theta 1$ で移動させて、ボルトネジ部 17 とボルト平坦部 19 の一部とを溶射する方法を示す説明図である。

【図 7】本発明の溶射方法に使用するガンを後退角 $\theta 3$ で移動させて、ボルトネジ部 17 とボルト平坦部 19 の一部とを溶射する方法を示す説明図である。

【図 8】本発明の溶射方法に使用するガンを前進角 $\theta 1$ で移動させて、ボルト平坦部を有さないボルトを溶射する方法を示す説明図である。

【図 9】本発明の溶射方法に使用するガンを後退角 $\theta 3$ で移動させて、ボルト平坦部を有さないボルトを溶射する方法を示す説明図である。

【図 10】本発明の溶射方法に使用するガンの制御点 TCP の移動の様子を説明する図である。

【図 11】本発明のボルトの直径 D 1、ボルトネジ角度 $\theta 2$ 及びガンの制御点 TCP の移動距離を教示する方法を説明する図である。

【図 12】ガンの中心軸をボルト部 21 の円周の接線に対し垂直にして、ガンの制御点 TCP を B 点から C 点を經由して D 点までボルト部 21 の円周を 90 [度] ずつ移動させて、ガンの制御点 TCP の位置を教示する方法を説明する図である。

【図 13】図 11 に示したボルト部 21 の円周を平面に想定したときの図である。

【図 14】ガンのボルト部 21 の円周方向の移動ピッチ t [mm] を記載して実際に行う作業プログラムに直した場合を示す図である。

【図 15】本発明のボルト部溶射加工方法を示すフローチャートである。

【図 16】本発明のボルト部溶射加工方法を示す図 15 に続くフローチャートである。

【図 17】本発明のボルト部溶射加工方法を示す図 16 に続くフローチャートである。

【図 18】本発明のブラスト処理フローを示す図である。

【図 19】本発明のブラスト処理フローを示す図 18 に続く図である。

【図 20】本発明のブラスト処理フローを示す図 19 に続く図である。

【図 21】本発明の溶射処理フローを示す図である。

【図 22】本発明の溶射処理フローを示す図 21 に続く図である。

【図 23】本発明の溶射処理フローを示す図 22 に続く図である。

【図 24】本発明の封孔処理フローを示す図である。

【図 25】本発明の封孔処理フローを示す図 24 に続く図である。

【図 26】本発明の封孔処理フローを示す図 25 に続く

図である。

【図 27】本発明の実施例のボルト部 21 の形状を示す図である。

【図 28】本発明の実施例の各処理工程のブラスト処理、溶射処理及び封孔処理の条件を示す図である。

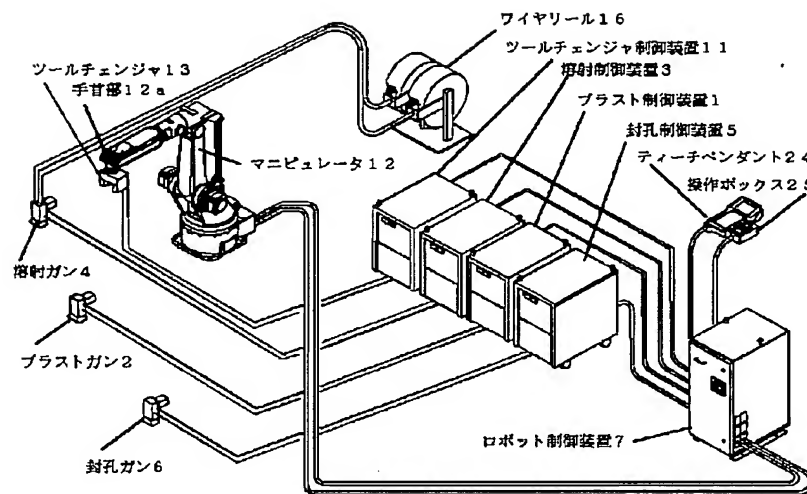
【符号の説明】

- 1 ブラスト制御装置
- 2 ブラストガン
- 3 溶射制御装置
- 4 溶射ガン
- 5 封孔制御装置
- 6 封孔ガン
- 7 ロボット制御装置
- 8 信号入出力装置
- 9 溶射条件設定装置
- 10 起動装置
- 11 ツールチェンジャ制御装置
- 12 マニピュレータ
- 13 ツールチェンジャ
- 14 被溶射物
- 15 被溶射物固定装置
- 16 ワイヤリール
- 17 ボルトネジ部
- 18 ケーブル部
- 19 ボルト平坦部
- 20 ボルト側面部
- 21 ボルト部
- 22 鉛直線
- 23 基準線
- 24 ティーチペンダント
- 25 操作ボックス
- S1 ガン保持指令信号
- S2 ガン保持制御信号
- S3 ガン保持信号
- S4 ガン開放指令信号
- S5 ガン開放制御信号
- S6 ガン開放信号
- S7 ブラスト開始指令信号
- S8 ブラスト開始制御信号
- S9 ブラスト開始信号
- S10 ブラスト終了指令信号
- S11 ブラスト終了制御信号
- S12 ブラスト終了信号
- S13 溶射開始指令信号
- S14 溶射開始制御信号
- S15 溶射開始信号
- S16 溶射終了指令信号
- S17 溶射終了制御信号
- S18 溶射終了信号
- S19 封孔開始指令信号

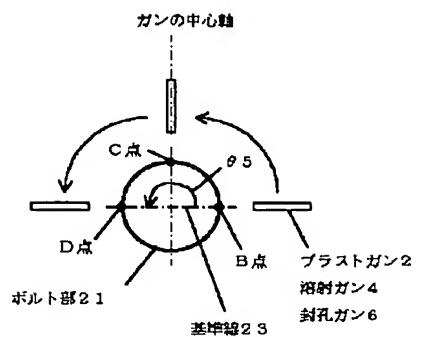
S 2 0 封孔開始制御信号
 S 2 1 封孔開始信号
 S 2 2 封孔終了指令信号

S 2 3 封孔終了制御信号
 S 2 4 封孔終了信号

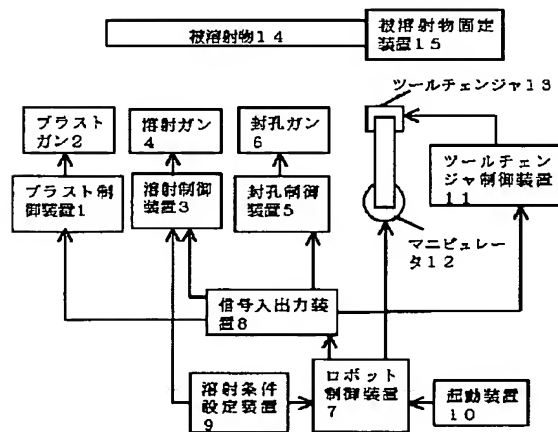
【図 1】



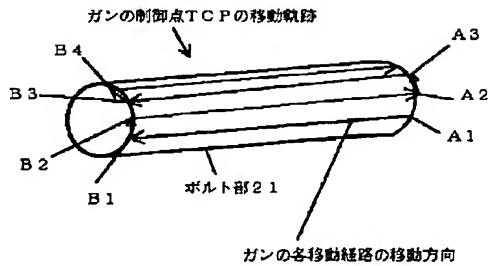
【図 1 2】



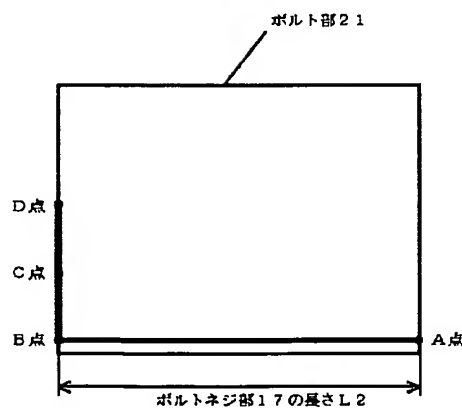
【図 2】



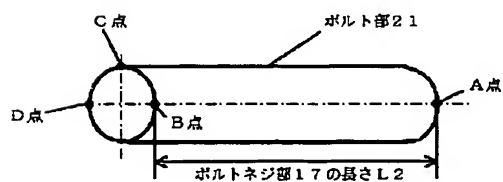
【図 1 0】



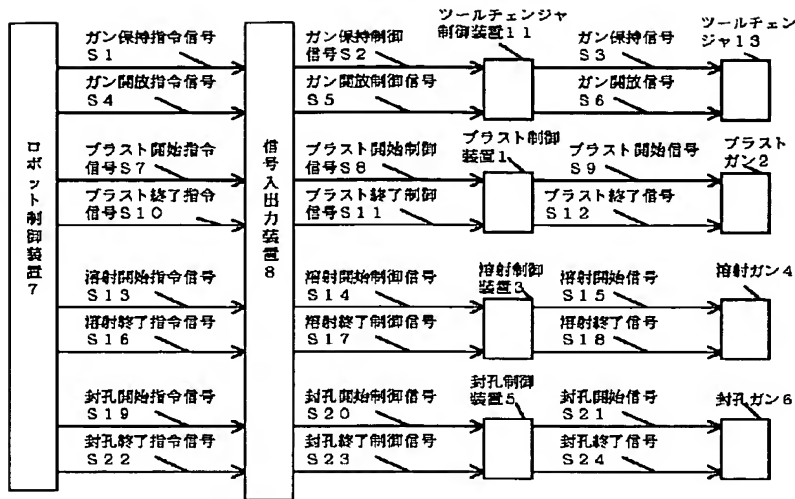
【図 1 3】



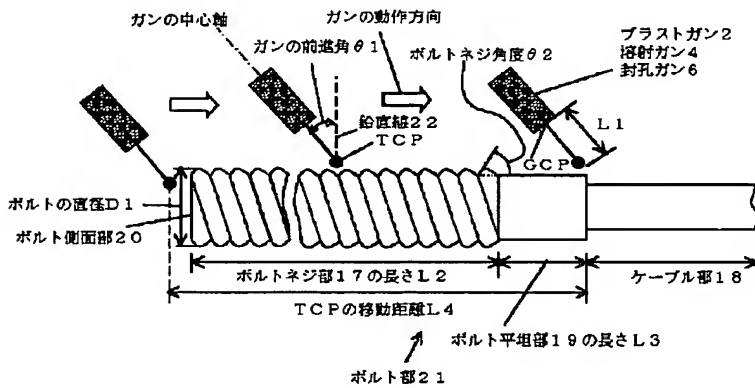
【図 1 1】



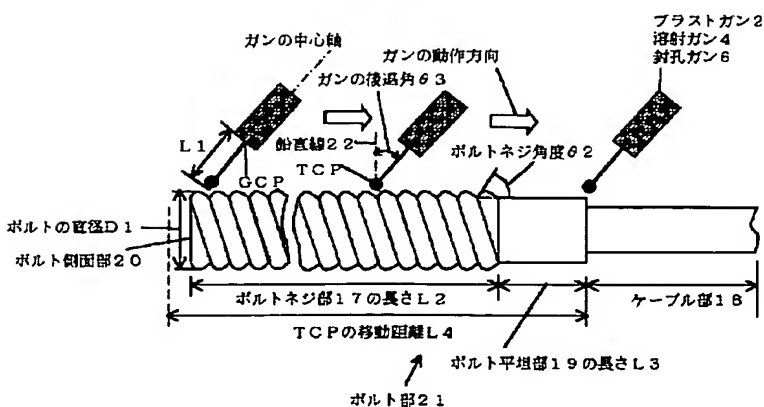
【図3】



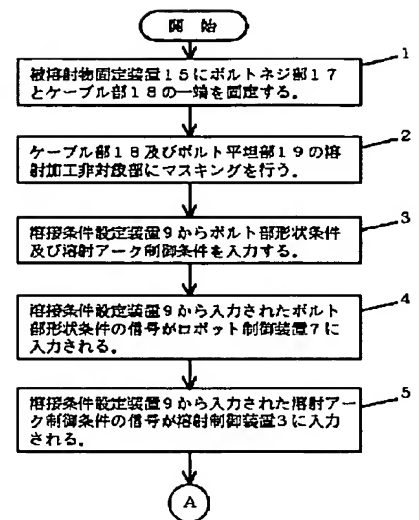
【図4】



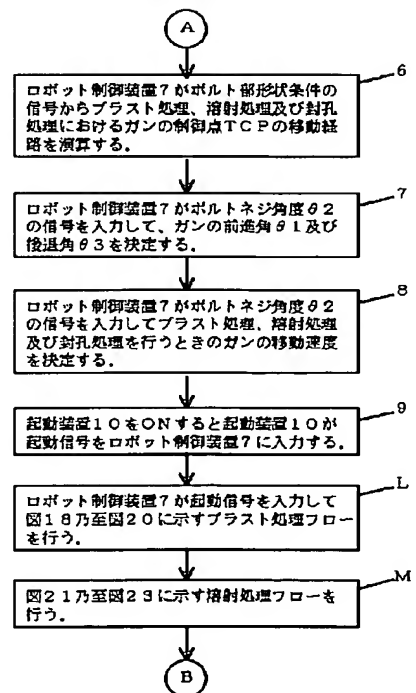
【図5】

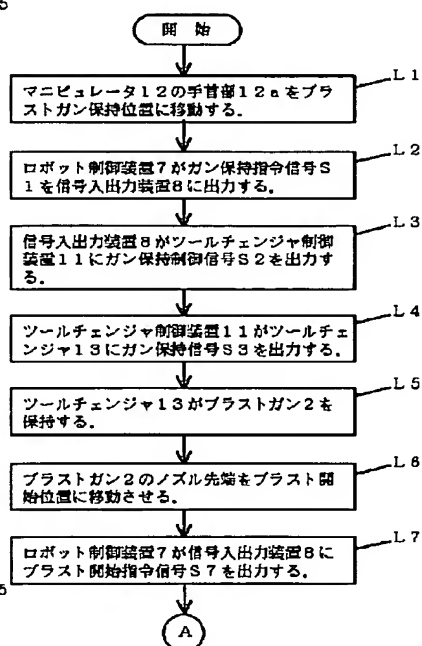
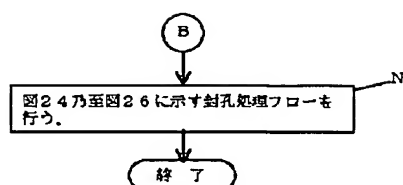
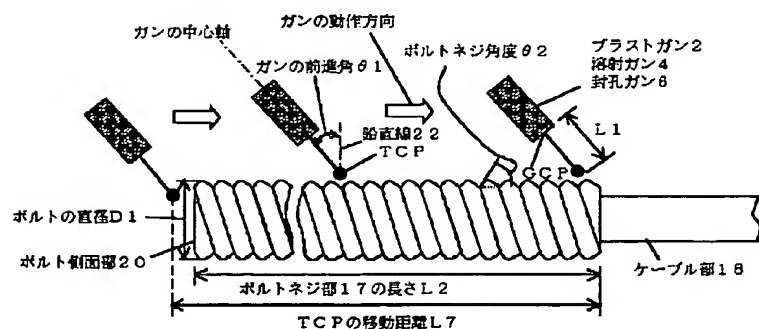
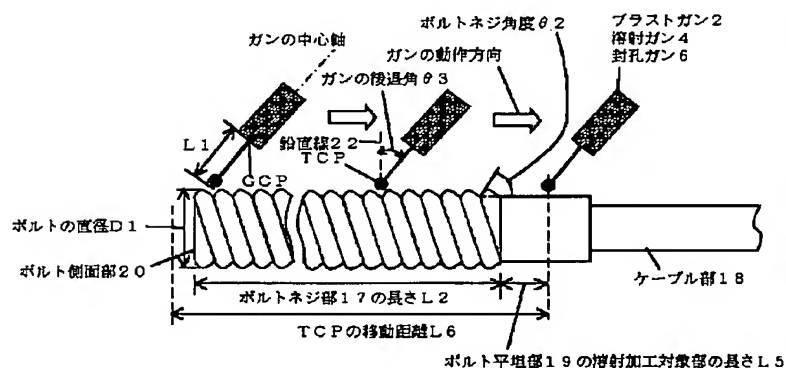
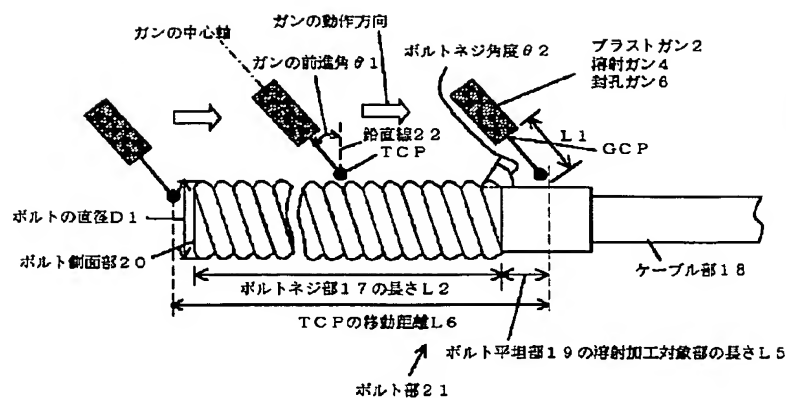


【図15】



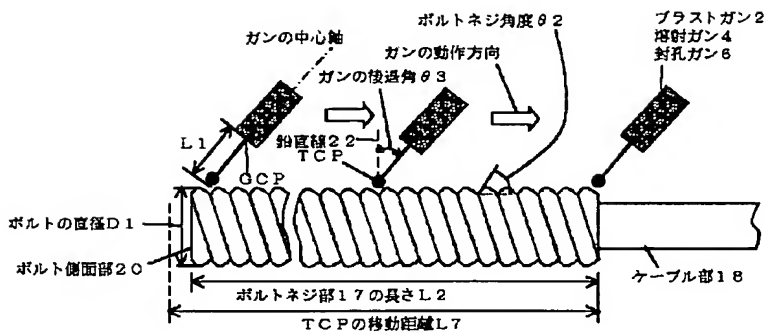
【図16】



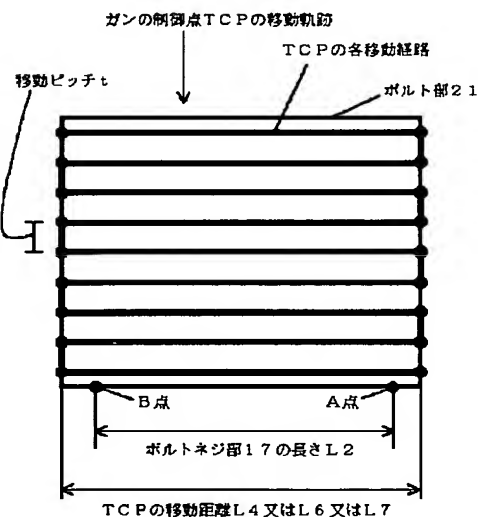


処理工程	条件
ブラスト処理	ロボット動作速度 100cm/分
	エア圧 7Kg
	材料 グリット40番
溶射処理	ロボット動作速度 100cm/分
	電圧 18.0V
	電流 120A
	エア圧 7Kg
	エア量 1.4立方メートル
封孔処理	ワイヤ送り速度 500cm/分
	電圧 50μm
	ロボット動作速度 100cm/分
	エア圧 7Kg
	トフ量 100g/平方メートル

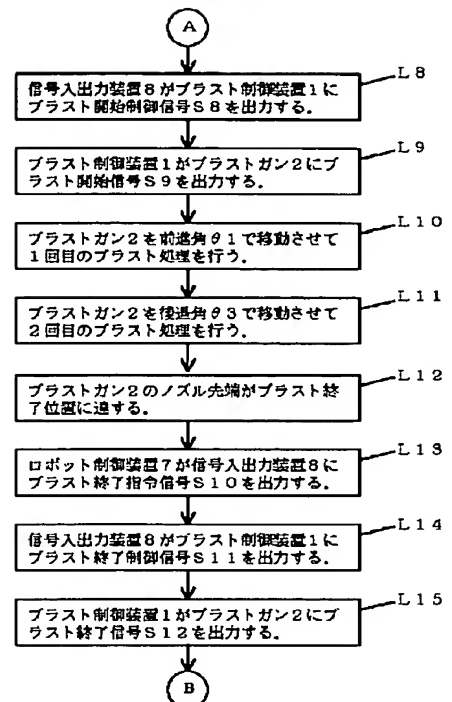
【図9】



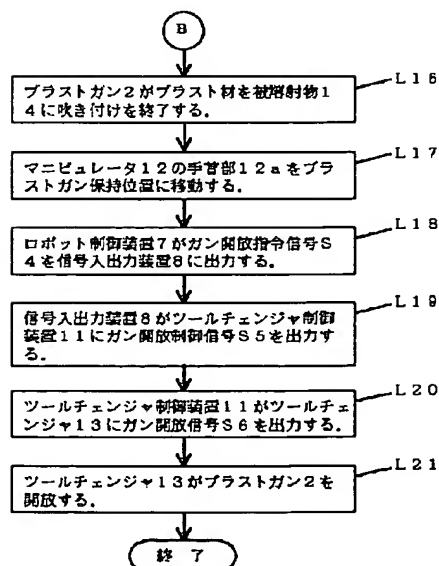
【図14】



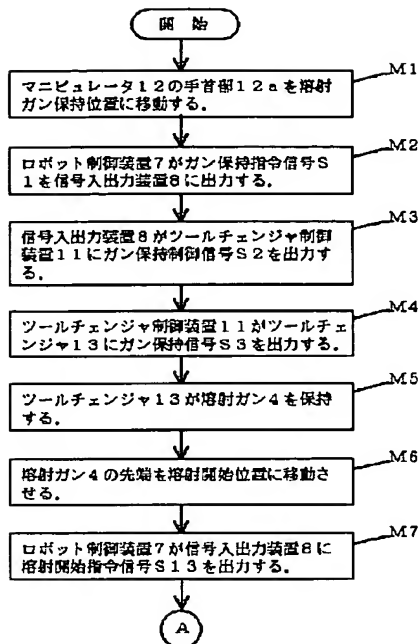
【図19】



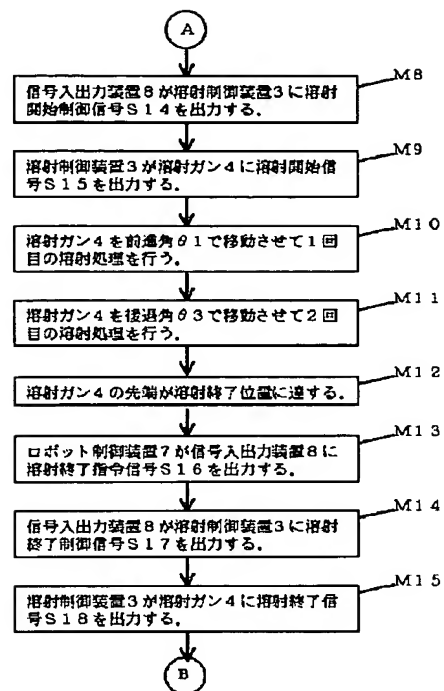
【図20】



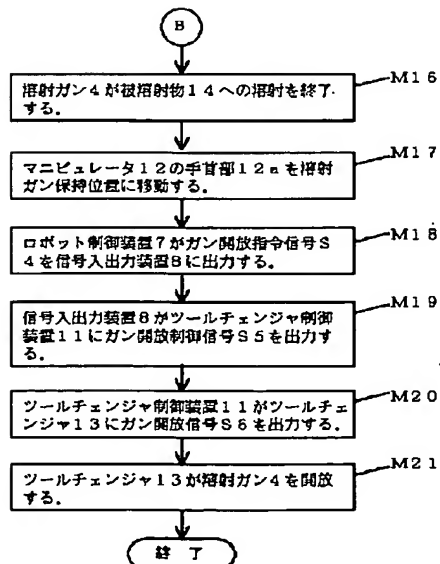
【図21】



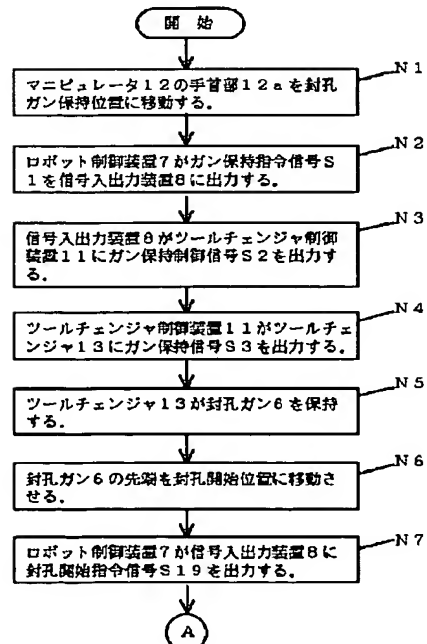
【図22】



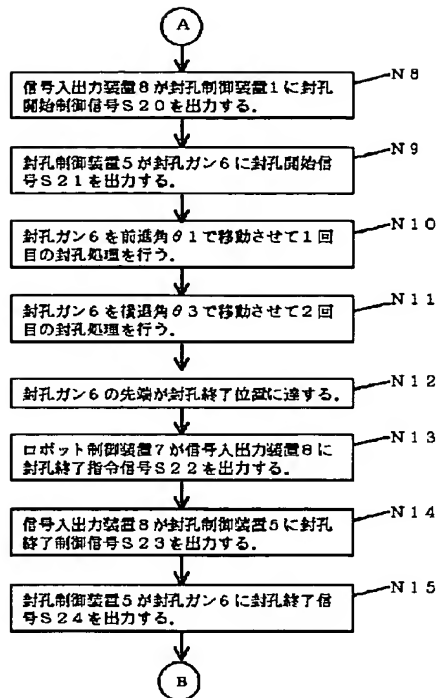
【図23】



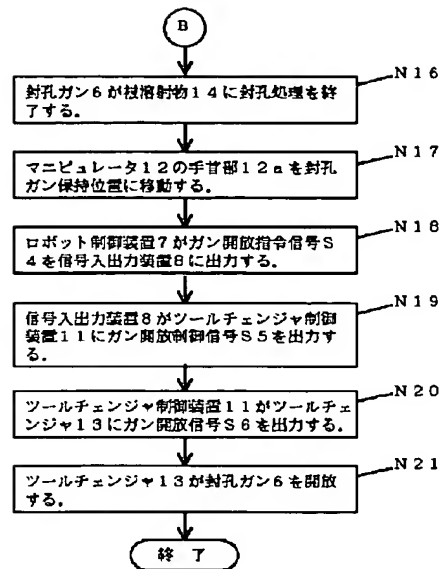
【図24】



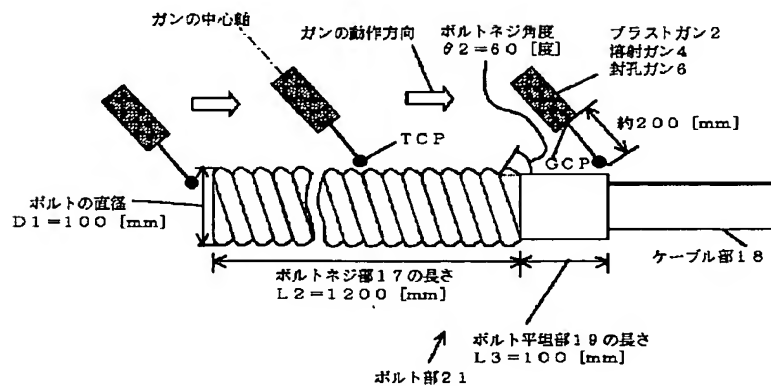
【図25】



【図26】



【図27】



フロントページの続き

- (72) 発明者 益城 浩司
 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
 株式会社ダイヘン内
 (72) 発明者 中川 御芳
 大阪府吹田市春日1丁目1番21号

Fターム(参考) 4D075 AA18 AA37 AA39 AA85 BB04X
BB62Z CA33 DA11 DB02
DC05 EA01 EB01
4K031 AA05 AA08 AB02 AB09 BA01
CA02 CB08 CB21 CB35 CB37
CB39 CB41 CB51 DA01 DA03
DA04 EA01 FA02 FA05